Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.2, Summer 2021, P. 195-208
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص. ۲۰۸-۱۹۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله پژوهشی

واکنش توده‌های بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) به جهت‌های جغرافیایی ردیف کاشت در شرایط کم آبیاری و خاک شور

نسرین شهابی[۱]- علیرضا ابدالی مشهدی[۲]*- محمدحسین قرینه[۳]- امین لطفی جلال آبادی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۲۸

چکیده

در شرایط نامناسب محیطی با ایجاد میکروکلیما امکان افزایش عملکرد وجود دارد؛ در این راستا در شرایط خاک شور و سدیمی و کم‌آبیاری آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در شمال شرقی اهواز به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل جهت جغرافیایی کاشت (شاهد (کاشت مسطح غیر خطی) وکاشت در جوی در جهت‌های شمالی- جنوبی، شرقی- غربی، شمال شرقی- جنوب غربی، شمال غربی- جنوب شرقی) و توده‌های بابونه (اهواز، اصفهان و شیراز) بود. بالاترین تعداد گل در بوته (۷۸/۵) و عملکرد گل خشک (۱۲۶ گرم در متر مربع) در جهت کاشت شمال- جنوب و بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک (۴۱۷ گرم در متر مربع) در جهت کاشت شمال غربی- جنوب شرقی در تیمار توده اصفهان به‌دست آمد. بالاترین درصد اسانس (۱/۰۶ درصد) در توده اصفهان در جهت شرق- غرب مشاهده شد. کم‌ترین (۳/۱۴ کیلوگرم در هکتار) و بالاترین (۱۰/۱ کیلوگرم در هکتار) عملکرد اسانس در توده اصفهان و به ترتیب در کاشت مسطح غیر خطی و جهت شرق- غرب مشاهده شد که ۲۲۱ درصد افزایش را نشان داد. بالاترین درصد کامازولن در توده اهواز (شمال- جنوب)، بی‌فارنسن در توده شیراز (جنوب غربی- شمال شرقی) و آلفا- بیسابولون اکساید آ در توده اصفهان (شمال- جنوب) به‌دست آمد. کم‌ترین ضریب استهلاک نوری (۰/۵۰) در کشت مسطح مشاهده شد. به‌طور کلی کاشت ردیفی در جوی و در جهت جغرافیایی مناسب می‌تواند یک روش بسیار کم هزینه برای افزایش محصول باشد.

واژه‌های کلیدی: ضریب استهلاک نوری، عملکرد اسانس، کامازولن، گیاه دارویی

مقدمه

گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) گیاهی یک‌ساله از خانواده کاسنی (Asteraceae) است که کاربردهای دارویی بسیار دارد. بررسی‌های پیشین نشان داده‌اند که کامازولن (Chamazulene)، آلفا-بیسابولون اکساید آ (α-Bisabolone oxide A) و بی فارنسن (b-Farnesene) از اجزای اصلی اسانس بابونه آلمانی هستند. اسانس بابونه به‌واسطه وجود کامازولن آبی رنگ است که به آهستگی اکسیده شده و به رنگ سبز درآمده و در نهایت قهوه‌ای رنگ می‌گردد (۲۲). کامازولن خواص درمانی متعدد دارد از جمله باعث کاهش کلسترول کل و تری‌گلیسرید شده و در کل خاصیت ضد غلظت بالای لیپوپروتئین (Hyperlipidemia) در خون دارد (۲۷). فارنسن به مانند یک فرمون هشدار دهنده توسط گونه‌های زیادی از شته‌ها تولید می‌شود (۱۵). آلفا-بیسابولون اکساید آ یکی از اجزای عمده اسانس بابونه است و به همراه سایر اجزای اسانس بابونه پتانسیل آن را دارد که به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان و ضد سرطان طبیعی مورد استفاده قرار گیرد (۲۴). گیاهان به‌طور مداوم در معرض تنش‌های محیطی قرار دارند. در درون یک منطقه با شرایط نامناسب آب و هوایی می‌توان با ایجاد خُرد اقلیم شرایط زیستی را برای گیاه مناسب‌تر و قابل تحمل‌تر ساخت. انسان با ایجاد ساختمان و حیوانات با ایجاد آشیانه خود را از آسیب‌های محیطی مانند گرما و سرمای شدید و نیز تابش شدید آفتاب حفظ می‌کنند. در کشاورزی نیز با ایجاد سازوکارهایی، خرد اقلیم‌هایی ایجاد می‌گردد که شرایط رشد گیاهان را بهبود می‌بخشد. برای مثال در باغبانی، با ایجاد سایه‌انداز و یا گلخانه، گیاهان از شرایط نامساعد محیطی حفظ می‌شوند. در زراعت نیز می‌توان با عملیات آگروتکنیک،

۱، ۲، ۳ و ۴- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار، دانشیار و استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
(*- نویسنده مسئول: Email: alirezaabdali@asnrukh.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2021.61645.0

اقدام به ایجاد خُرد اقلیم مناسب برای گیاه نمود. برای مثال در مناطقی که خاک دارای شوری بالا است تجمع نمک بر روی پشته متمرکز شده و میزان شوری در جوی کمتر است. در مناطق بسیار گرم و خشک کشت گیاه در جوی و در جهت شمال-جنوب، بهواسطه سایه‌اندازی پشته‌ها بر روی جوی در هنگام صبح و بعد از ظهر به ویژه در مرحله جوانه‌زنی و رشد مقدماتی، نور کمتری جذب شده لذا درجه حرارت خاک کف جوی و کانوپی کم‌تر از جهت کاشت شرق-غرب خواهد بود. این موضوع با توجه به ارتفاع کم گیاه بابونه به‌واسطه رشد کُند، بطئی و آهسته‌ی آن در ابتدای مراحل رشد باعث می‌گردد ارتفاع گیاه برای مدت زمان طولانی کم‌تر از پشته باشد در نتیجه تاثیرگذاری جهت جغرافیای ردیف کاشت بیش‌تر خواهد بود. در آزمایشی بیش‌ترین عملکرد ماده خشک سورگوم در جهت شمالی-جنوبی به‌دست آمد (۱۷). اثر جهت ردیف کاشت بر جذب نور روزانه بیش‌تر در ۲۵ درجه عرض جغرافیایی صورت می‌گیرد. در خط استوا در بیش‌تر ایام سال جهت شمال-جنوب بیش‌ترین جذب نور را دارد. در عرض‌های بالاتر، تا ۵۵ درجه، جذب بیش‌تر نور در جهت شمال-جنوب در طول ماه‌های تابستان و در جهت شرقی- غربی برای بقیه سال اتفاق می‌افتد، اما با افزایش عرض جغرافیایی از اثر بخشی جهت کاشت بر جذب نور کاسته می‌گردد. از عرض جغرافیایی ۶۵ درجه به بالا بیش‌ترین جذب نور در جهت شرقی- غربی صورت می‌گیرد هر چند که تفاوت آن جزئی است. در این عرض‌های جغرافیایی اثر جهت کاشت بر جذب نور از اثر روزهای ابری کم‌تر است زیرا در این مناطق تعداد روزهای ابری زیادتر از سایر مناطق است (۱۶). در برخی موارد کاشت توده‌های گیاهی در مناطقی غیر از خواستگاه اصلی باعث ایجاد تغییرات در رشد و نمو، کمیت و کیفیت عملکرد می‌گردد. در هر منطقه‌ای تعیین بهترین رقم به همراه مناسب‌ترین جهت کاشت، می‌تواند کمیت و کیفیت محصول را بهبود بخشد. در آزمایشی بر روی گیاه دارویی خار مریم (*Silybum marianum* L.) در شرایط آب و هوایی اهواز مشخص شد که توده اصفهان نسبت به توده محلی گل سفید و گل بنفش اهواز به ترتیب ۲/۸۱ و ۲/۰۹ برابر سیلیمارین بیش‌تری داشت و دوره‌ی رشد آن ۲۶ روز طولانی‌تر بود (۱). در آزمایشی ۲۰ توده بابونه آلمانی در ایران به‌همراه پنج واریته اروپایی مورد بررسی قرار گرفت و تنوع بالایی در عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی، تعداد گل در بوته و درصد اسانس مشاهده شد (۱۳). با توجه به موارد ذکر شده، در این آزمایش هدف ارزیابی اثر توده‌های مختلف بابونه و نیز جهت‌های جغرافیایی خطوط کشت (به‌واسطه میکروکلیمایی که ایجاد می‌کند) بر عملکرد کمی و کیفی گیاه بابونه آلمانی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در ۳۶ کیلومتری شمال شرقی اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی، با ارتفاع ۲۲ متر از سطح دریا اجرا شد. طرح آماری و اجرای این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار بود. عوامل آزمایش شامل سه توده بابونه (اهواز، اصفهان، شیراز) و جهت کشت (کشت مسطح (شاهد)، کشت در جوی در جهت‌های شمال- جنوب، غرب - شرق، جنوب غربی- شمال شرقی و جنوب شرقی- شمال غربی) بود. براساس آمار هواشناسی بلندمدت، متوسط بارندگی سالیانه حدود ۲۷۰ میلی‌متر، میانگین دمایی حداقل ۹/۵، متوسط ۲۳ و حداکثر ۳۶ درجه سلسیوس، از لحاظ اقلیمی در گروه مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارد. میانگین ماهیانه برخی از پارامترهای هواشناسی منطقه طی دوره رشد در جدول ۱ ارائه شده است. به‌منظور بررسی خصوصیات خاک محل آزمایش، قبل از کاشت و شروع آزمایش از چهار قسمت از خاک مزرعه در دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر به‌طور جداگانه نمونه‌برداری به‌عمل آمد و پس از خرد کردن کلوخه‌ها، نمونه‌ها از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. در نهایت برای هر عمق یک نمونه مرکب تهیه شد. در آزمایشگاه برخی ویژگی‌های نمونه‌های خاک اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

جدول ۱- آمار هواشناسی در طی مدت اجرای آزمایش (سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵)
Table 1- Meorological statistics during the experiment

ماه Month	میانگین دما Temperature average (°C)	حداقل دما Temperature min. (°C)	حداکثر دما Temperature max. (°C)	بارندگی Rainfall (mm)	میانگین سرعت باد Average wind speed ($km.h^{-1}$)	رطوبت نسبی Relative humidity (%)
November	19.4	11.7	27.7	0.0	7.0	37.4
December	14.2	8.5	19.8	41.14	8.5	59.1
January	13.7	8.0	20.0	1.27	7.9	53.9
February	13.5	6.5	20.4	10.15	7.5	44.8
March	20.4	13.7	26.9	42.42	8.3	46.4

جدول ۲- ویژگی‌های نمونه خاک محل اجرای آزمایش

Table 2- Physical and chemical soil characteristics of soil in research station

عمق خاک Soil depth (Cm)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	pH	بافت خاک Soil texture	مواد آلی Organic matter (%)	نیتروژن N (%)	فسفر P ($mg.Kg^{-1}$)	پتاسیم K ($mg.Kg^{-1}$)
0-30	7.7	7.7	SiCL رسی سیلتی	1.0	0.03	16.9	130
30-60	9.4	7.6	SiCL رسی سیلتی	0.8	0.02	15.1	144

با توجه به نتایج خاک محل آزمایش شور و سدیمی محسوب شد. قبل از کاشت، به‌منظور تحریک جوانه‌زنی و مهار مطلوب علف‌های‌هرز و نیز تامین رطوبت خاک در محدوده ظرفیت زراعی برای انجام عملیات تهیه زمین، آبیاری اولیه صورت گرفت. پس از عملیات شخم با گاوآهن برگردان‌دار، جهت خردکردن کامل کلوخه‌ها و تسطیح زمین، دو مرحله دیسک در جهت عمود بر هم انجام شد. پس از این مرحله با توجه به آزمون خاک کود فسفر به میزان ۶۰ کیلوگرم فسفر خالص از منبع سوپر فسفات تریپل، به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه توزیع شد. کود نیتروژن با توجه به آزمون خاک به‌میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به فرم اوره (۵۰ درصد در زمان کاشت و ۵۰ درصد به‌صورت سرک در مرحله ساقه‌روی) به‌کار رفت (۱۴). نقشه آزمایش با استفاده از گچ ساختمانی بر روی زمین مشخص وتوسط مرزبند کرت‌های مورد نظر ایجاد گردید و نهرها با استفاده از نهرکن ایجاد شد. جوی و پشته‌ها به‌صورت دستی با بیل ایجاد و جهت جغرافیایی ردیف‌های کاشت با استفاده از قطب‌نما مشخص گردید. قبل از کاشت درصد جوانه‌زنی و درصد خلوص جهت دستیابی به تراکم مطلوب برای هر خط کاشت تعیین شد. با توجه به ریز بودن بذور و به‌منظور اطمینان از دستیابی به تراکم مطلوب ۳۳۳ هزار بوته در هکتار (۱۰×۳۰ سانتی‌متر) (۱۱)، ۱/۵ برابر میزان محاسبه شده برای هر خط توزین گردید. جهت کاشت، بذور را با مقداری شن و ماسه مخلوط کرده و با کمک بیلچه در وسط جوی میان دو پشته شیارهایی بسیار سطحی ایجاد گردید و عمل کاشت انجام شد. ابعاد هر کرت دو در سه متر بود و در هر واحد آزمایشی ۶ خط کاشت بابونه در نظر گرفته شد. فاصله بین بلوک‌ها دو متر و فاصله بین ردیف‌ها (پشته‌ها) از یکدیگر ۳۰ سانتی‌متر بود. اولین آبیاری در تاریخ چهارم آذر ماه انجام گردید که به‌عنوان تاریخ کاشت در نظر گرفته شد. بعد از سبز شدن، بوته‌های اضافی تنک گردید. در سطح مزرعه آزمایشی آفتی مشاهده نشد همچنین مهار علف‌های هرز به‌طور مداوم به‌صورت وجین دستی انجام شد. عملیات برداشت از تاریخ ۱۴ فروردین ماه هنگامی که بیش‌تر گلبرگ‌ها نسبت به سطح گل به‌طور کامل افقی بودند به‌صورت مداوم انجام شد. در ابتدا از دو خط میانی هر کرت با در نظر گرفتن نیم متر حاشیه از هر طرف پنج بوته به‌طور تصادفی جهت اندازه‌گیری خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد انتخاب شدند و پس از حذف حاشیه‌ها سطح باقیمانده (حدود یک متر مربع) برای تعیین عملکرد انتخاب شدند. گل‌ها بلافاصله پس از برداشت در سایه در دمای ۳۵ تا ۳۸ درجه سلسیوس و به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند. برای این‌که اثر میکروکلیما در خصوص حفظ رطوبت در این آزمایش بهتر مشخص شود آبیاری به‌صورت کم آبیاری انجام گردید و دفعات آبیاری به سه مرحله‌ی زمان کاشت (چهارم آذر)، میانه دوره زندگی گیاه (۱۴ بهمن) و آغاز گل‌دهی (ششم فروردین) محدود شد. برای ارتفاع گیاه پنج بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و با خط‌کش اندازه‌گیری گردید. برای محاسبه قطر ساقه اصلی و قطر طبق به‌صورت تصادفی پنج نمونه انتخاب و با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها در نظر گرفته شد. تعداد ساقه‌های فرعی پنج بوته که به‌صورت تصادفی انتخاب شده بودند، شمارش و میانگین آن‌ها به‌عنوان تعداد ساقه در بوته به ثبت شد. برای اندازه‌گیری تعداد گل‌آذین در بوته از خطوط وسط هر کرت ده بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و با نخ رنگی علامت‌گذاری شد. سپس طی سه مرحله

برداشت شمارش گل‌آذین به‌صورت تجمعی انجام گرفت و میانگین ده بوته ثبت گردید. برای اندازه‌گیری وزن خشک گل‌آذین تعداد ده گل‌آذین به طور تصادفی جدا و سپس به‌مدت ۷۲ ساعت آن‌ها را در سایه خشک کرده و وزن خشک آن‌ها یادداشت شد. ضریب استهلاک نوری در مرحله گل‌دهی با استفاده از PAR سنج (تشعشع فعال فتوسنتزی) (PAR/LAI Ceptometer) مدل Accu PAR E-240- LP-80 Ceptometer انجام پذیرفت. در هر کرت، به مساحت دو مترمربع، نورسنج سه بار در پایین سایه‌انداز و به‌صورت عمود بر خطوط کشت قرار داده شد و میانگین سه بار قرائت به‌عنوان مقدار نور عبور کرده در پایین سایه‌انداز مد نظر قرار گرفت. نور ورودی به کانوپی در ارتفاع ۱/۵ متری بالای سایه‌انداز نیز اندازه‌گیری شد. با توجه به رابطه (۱) و داشتن مقدار شاخص سطح برگ و مقدار نور اندازه‌گیری شده در بالا و پایین سایه‌انداز، ضریب استهلاک نوری با رگرسیون‌گیری از لگاریتم طبیعی مقدار نور عبور کرده (Ii/ I0) در مقابل شاخص سطح برگ به‌دست آمد.

$$Ii/ I0= e-k.LAI \qquad (۱)$$



شکل ۱- تصاویر برخی از کرت‌های آزمایشی و جهت‌های جغرافیایی ردیف‌های کاشت

Figure 1- Images of some of plots and the geographical orientations of sowing rows

در رابطه یک، Ii نور خورشید در قسمت پایین سایه انداز (میکرومول بر مترمربع در ثانیه)، I0 نور خورشید در قسمت بالای سایه انداز (میکرومول بر مترمربع در ثانیه)، e پایه لگاریتم طبیعی برابر ۲/۷۱۸۲۸، k ضریب استهلاک نوری و LAI شاخص سطح برگ است. برای اندازه‌گیری اسانس یک نمونه ۲۰ گرمی از گل‌های سایه خشک (با احتساب میزان رطوبت موجود در گل‌آذین‌ها)، همراه با ۱۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر درون دستگاه کلونجر قرار داده و به مدت چهار ساعت حرارت داده شدند. سپس اسانس آبی رنگ به‌دست آمده با آب‌گیری کامل آن توسط سولفات سدیم را در داخل ظروف کوچک که از قبل با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ وزن شدند قرار داده و وزن اسانس درصد گرم گل خشک و عملکرد اسانس (درصد اسانس× ماده خشک در هکتار) محاسبه شد (۶). جهت اندازه‌گیری درصد کامازون، بی‌فارنسن و بیسابولول اکساید از هر ترکیب تیماری در هر تکرار نمونه‌برداری گل‌آذین صورت گرفت و نمونه‌های مربوط به هر ترکیب تیماری در هر سه تکرار با یکدیگر به‌خوبی مخلوط گردید و بعد از اسانس‌گیری، جهت شناسایی و تجزیه ترکیب‌های اسانس از دستگاه گاز کروماتوگراف متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) مدل Agilent (MS 5875 C GC7890) و مقایسه آن با ترکیب‌های استاندارد استفاده گردید (۳). ستون HP-5MS به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌متر، مد یونیزاسیون EI و انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت بود. برنامه حرارتی آون ۵ دقیقه در ۵۰ درجه‌ی سلسیوس، سپس ۵۰ تا ۲۴۰ درجه سلسیوس با شیب ۳ درجه سلسیوس بر دقیقه و ۲۴۰ تا ۳۰۰ درجه سلسیوس با شیب ۱۵ درجه سلسیوس بود. دمای محل تزریق ۲۹۰ درجه سلسیوس تنظیم شد. گاز مورد استفاده هلیوم و سرعت حرکت ۰/۸ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. جهت شناسایی و تایید طیف‌ها، بر اساس محاسبه شاخص بازداری (RI) آن‌ها با استفاده از طیف‌های جرمی، از مخلوط آلکان‌های نرمال استفاده شد (۱۴) و از شاخص‌های موجود در کتب مرجع (۵) و اطلاعات موجود در کتابخانه‌ی Weilly استفاده گردید. درصد هر یک از ترکیبات نیز با توجه به سطح زیر منحنی طیف کروماتوگرام به‌دست آمده از دستگاه GC/MS محاسبه شد. تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS 9.3 و مقایسه میانگین بوسیله آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه: اثرات اصلی و برهم‌کنش تیمارهای آزمایشی بر ارتفاع گیاه معنی‌دار گردید (جدول ۳). ارتفاع گیاه می‌تواند تحت تأثیر شرایط میکروکلیمای ایجاد شده در کف جوی (میان دو پشته) در ردیف‌های کاشت با جهت‌های مختلف به‌ویژه از نظر شرایط رطوبتی و شوری خاک بالا (هدایت الکتریکی ۷/۷ دسی‌زیمنس بر متر) (جدول ۲) قرار بگیرد. برای مثال در پژوهشی بر روی ذرت، ارتفاع بوته و کارایی مصرف آب، در روش کاشت بذر در جوی نسبت به کاشت بذر بر روی پشته به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (۱۹). هم‌چنین در آزمایشی بالاترین و کم‌ترین هدایت الکتریکی به‌ترتیب در نوک پشته و کف جوی به‌دست آمد (۷). در پژوهشی با افزایش سطوح شوری از ارتفاع گیاه بابونه آلمانی کاسته شد (۸). ارتفاع بوته نیز تحت تأثیر ژنوتیپ گیاه قرار می‌گیرد. در بررسی که بر روی ۲۰ توده ایرانی و پنج واریته اروپایی بابونه آلمانی صورت پذیرفت ارتفاع گیاه از ۵۴/۲ تا ۱۵۷/۴ سانتی‌متر متغییر بود (۱۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل توده و جهت کشت بر روی ارتفاع بوته (جدول ۵) نشان داد که توده‌های اهواز و اصفهان در جهت کشت شمال غربی- جنوب بالاترین و توده شیراز در شرایط کشت مسطح (شاهد) کم‌ترین ارتفاع بوته را داشتند. ارقام ممکن است واکنش‌های متفاوتی نسبت به جهت خطوط کشت نشان دهند (۱۸). در یک نگاه کلی، در هر سه توده، کم‌ترین ارتفاع در کشت مسطح و جهت شرق-غرب به‌دست آمد. پیش از اجرای آزمایش بر اساس فرضیات انتظار می‌رفت جهت شمال-جنوب

بالاترین ارتفاع را داشته باشد ولی جهت شمال غربی- جنوب شرقی بیش‌ترین ارتفاع را نشان داد. شاید علت این اتفاق آن باشد که در زمان رشد رویشی گیاه در پاییز و زمستان، در نیمکره شمالی محور حرکت وضعی کره زمین (محور گردش کره زمین به دور خود) نسبت به خورشید بیش‌ترین انحراف (۲۳/۴ درجه) را دارد و نور خورشید مایل‌تر می‌تابد لذا در جهت شمال غربی- جنوب شرقی شرایط بهتری نسبت سایر جهات برای دست‌یابی به ارتفاع بیش‌تر فراهم گردیده باشد. به‌تدریج با نزدیک شدن به اول بهار (اعتدال بهاری) از این زاویه کاسته شده و بعد از اعتدال بهاری (شروع فاز زایشی در گیاه) جهت محور گردش زمین تمایل بیش‌تر به سمت خورشید پیدا می‌کند و نور عمودی‌تر می‌تابد. شدت و کیفیت نور در محیط می‌تواند بر کمیت و نسبت تنظیم کننده‌های رشد گیاهی تأثیر گذاشته و باعث بروز تغییرات مورفولوژیک مانند تغییر در ارتفاع شوند (۲۸). در آزمایشی ارتفاع گیاه ماش در خطوط کشت شمال- جنوب بیشتر از جهت شرقی- غربی بود (۲۶). شاید جهت جغرافیایی کاشت به تنهایی تأثیر زیادی بر ارتفاع و سایر صفات مورفولوژیک نداشته باشد بلکه عوامل دیگری وجود دارند که در کنار آن می‌توانند اثر بخشی آن را بیش‌تر کنند. برای مثال در جهت‌های کشت شمال- جنوب، شمال غربی- جنوب شرقی و نیز شمال شرقی- جنوبی غربی امکان سایه اندازی پشته‌ها در صبح و بعد از بر کف جوی (محل کاشت بذر) نسبت به جهت کشت شرقی- غربی (که هم مسیر حرکت خورشید در آسمان است) بیش‌تر است و حفظ رطوبت در شرایط کم‌آبیاری بیش‌تر فراهم می‌شود. در آزمایشی در کشت مسطح برنج جهت جغرافیایی خطوط کاشت (شمال-جنوب و شرق-غرب) اثر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه نداشت (۱۸) که شاید به‌واسطه نبودن عوامل تکمیلی و تشدید کننده اثر جهت خطوط کاشت مانند جوی و پشته‌ها باشد.

قطر ساقه اصلی: قطر ساقه اصلی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر جهت کشت قرار گرفت (جدول ۳). بیش‌ترین قطر ساقه اصلی در جهت کشت شمال غربی- جنوب شرقی به‌دست آمد در حالی که جهت‌های کشت شرقی- غربی و کشت مسطح با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر جهت‌های کشت کم‌ترین قطر ساقه را دارا بودند (جدول ۴). هر چه میزان نور در کانوپی کم‌تر باشد رقابت برای دریافت نور افزایش و رشد طولی بوته بیش‌تر و از قطر ساقه اصلی کاسته می‌گردد، بنابراین احتمال دارد که در جهت‌های کاشتی که قطر ساقه بیش‌تری در آن‌ها به‌دست آمد میزان نور بیش‌تر و رقابت برای نور کمتر بوده باشد. در آزمایشی بر روی ماش، میزان تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) در خطوط کشت شمال- جنوب بیش‌تر از جهت شرقی- غربی بود (۲۶).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات گیاه بابونه آلمانی

Table 3- ANOVA for traits of German chamomile plant

منبع تغییر Source of Variation	درجه آزادی df	Mean of squares میانگین مربعات										
		ارتفاع گیاه Plant height	قطر ساقه اصلی Diameter of main stem	ضریب استهلاک نوری Optical depreciation coefficient	قطر طبق Capitule diameter	وزن خشک ۱۰ گل‌آذین Dry weight of 10 inflorescences	تعداد گل در بوته Number of flowers per plant	تعداد ساقه در بوته Number of stems per plant	عملکرد گل‌آذین خشک Dried inflorescence yield	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس Essential oil yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield
بلوک Block	2	6.31*	0.22ns	0.011 ns	0.074 ns	0.0080**	17.8*	1.17ns	44.3 ns	0.00006ns	0.54ns	550ns
توده Landrace (L)	2	29.3**	0.25 ns	0.012 ns	0.056 ns	0.0008 ns	187**	0.86ns	406**	0.008ns	1.21ns	973ns
جهت کاشت Geographical orientations (GO)	4	57.9**	1.63**	0.024*	0.106 ns	0.0012 ns	383**	27.4**	2214**	0.17**	28.3**	29605**
توده × جهت کاشت L × GO	8	29.2**	0.19 ns	0.005 ns	0.116 ns	0.0006 ns	87.0**	2.16**	350**	0.083**	8.67**	4589**
خطا Error	28	1.62	0.27	0.007	0.077	0.0011	4.88	0.70	18.5	4.88	1.16	34.2
ضریب تغییرات C.V (%)	-	2.2	10.3	15.0	3.5	11.2	3.3	6.5	4.2	13.5	11.2	5.4

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

ns, * and ** Non-significant and significant at 5 and 1 % of probability levels, respectively.

جدول ٤- اثر جهت‌های مختلف کشت بر صفات بابونه آلمانی

Table 4-The effect of geographical orientations on German chamomile traits

جهت کاشت Geographical orientations	قطر ساقه اصلی Diameter of main stem (mm)	ضریب استهلاک نوری Optical depreciation coefficient	وزن خشک ۱۰ گل‌آذین Dry weight of 10 inflorescences (g)	قطر طبق Capitule diameter (mm)
شمال- جنوب North- South	5.18[ab]	0.63[a]	0.30[a]	8.80[a]
شرق- غرب East-West	5.04[b]	0.61[a]	0.32[a]	8.09[a]
شمال شرقی- جنوب غربی North East -South West	5.11[ab]	0.61[a]	0.28[a]	7.87[a]
شمال غربی- جنوب شرقی North West -South East	5.56[a]	0.57[ab]	0.30[a]	7.87[a]
مسطح Flat (nonlinear sowing)	4.37[c]	0.50[b]	0.29[a]	7.92[a]

در هر ستون و برای هر تیمار میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD ندارند.

In each column means followed by at least one same letter are not significantly different at 5% of probability level based on LSD test.

ضریب استهلاک نوری: اثر جهت کاشت بر ضریب استهلاک نوری معنی‌دار شد (جدول ۳). کم‌ترین ضریب استهلاک نوری در کشت مسطح مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری با سایر جهت‌های کشت اختلاف معنی‌داری داشت در حالی‌که میان چهار جهت کشت دیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴). افزایش تولید برگ و ساقه از میزان نفوذ نور به درون کانوپی می‌کاهد و باعث افزایش ضریب استهلاک نوری می‌گردد. لذا احتمال دارد که جهت‌های کشت، شاخ و برگ بیش‌تری نسبت به کشت مسطح تولید نموده و همین امر باعث افزایش ضریب استهلاک نوری نسبت به کشت مسطح باشد. در تایید این مطلب در مقایسه میانگین اثر متقابل جهت کشت × توده‌های بابونه (جدول ۵) مشاهده می‌شود که کم‌ترین تعداد ساقه در بوته در هر سه توده‌ی بابونه مربوط به کشت مسطح است. در دو توده اصفهان و شیراز بیش‌ترین تعداد ساقه در بوته در جهت شمال غربی- جنوب شرقی و در توده اهواز در جهت شمال- جنوب مشاهده شد که شاید به ویژگی‌های ژنوتیپی این توده‌ها مربوط باشد.

قطر طبق و وزن خشک ۱۰ گل‌آذین: قطر طبق و وزن خشک ۱۰ گل‌آذین تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار نگرفت (جدول ۳)، به‌نظر می‌رسد این صفات نیز به شدت تحت کنترل ژنتیک گیاه قرار دارد. در آزمایشی تفاوت معنی‌داری در قطر طبق و وزن خشک گل‌آذین در میان ۲۵ توده و رقم بابونه آلمانی ایرانی و اروپایی مشاهده نشد (۱۳).

تعداد گل در بوته: اثرات اصلی و متقابل صفت تعداد گل در بوته معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل توده و جهت‌های کاشت (جدول ۵) نشان داد بیش‌ترین تعداد گل به بوته در توده اصفهان و در جهت‌های شمال شرقی- جنوب غربی و شمال جنوب به‌دست آمد در حالی‌که کم‌ترین تعداد گل در بوته در توده شیراز و در کشت مسطح مشاهده گردید. در روندی کلی مشاهده گردید که در هر سه توده کاشت مسطح و جهت کاشت شرق- غرب کم‌ترین تعداد گل در بوته را دارا بود در حالی‌که جهت‌های کشت عمود و زاویه‌دار با عرض جغرافیایی عملکرد بالاتری داشتند. افزایش تعداد واحدهای زایشی (گل‌آذین‌ها) مستلزم آن است که گیاه از قبل رشد رویشی مطلوبی داشته باشد. احتمال دارد کشت گیاه در جهت‌های عمود و زاویه‌دار با عرض جغرافیایی میکروکلیمای مناسب‌تری (برای مثال از لحاظ کمیت و کیفیت نور دریافتی، دسترسی به رطوبت) نسبت به کاشت مسطح جهت کشت مشرق- غرب در دوره رشد رویشی و زایشی ایجاد کرده باشد. علاوه بر کمیت و کیفیت نور، کشت بذر در جوی نسبت به کشت مسطح گیاه کم‌تر با تنش شوری مواجه می‌گردد.

عملکرد گل خشک: اثرات اصلی و متقابل بر عملکرد گل خشک اثر معنی‌دار داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۵) نشان داد بالاترین عملکرد گل خشک در توده اصفهان در جهت‌های شمال- جنوب، شمال شرقی- جنوب غربی و شمال غربی- جنوب شرقی وجود دارد و کم‌ترین عملکرد گل خشک در توده شیراز و در کشت مسطح به‌دست آمد به‌طوری‌که میان حداکثر و حداقل عملکرد گل خشک به‌دست آمده، ۹۳ درصد اختلاف مشاهده شد. هم‌چنین در توده اصفهان میان حداکثر عملکرد گل خشک به‌دست آمده در جهت شمال- جنوب و حداقل عملکرد در کشت مسطح، ۶۸ درصد اختلاف مشاهده گردید. به‌عبارت دیگر فقط با کشت در درون جوی و در جهت شمال- جنوب می‌توان ۶۸ درصد افزایش درآمد داشت. عملکرد گل خشک تا حدود زیادی از صفت تعداد گل در بوته تأثیر پذیرفته است به‌طوری‌که کم و بیش همان ترکیبات تیماری که بالاترین و کم‌ترین تعداد گل در بوته را داشتند بالاترین و کم‌ترین عملکرد گل خشک را نیز دارا بودند (جدول ۵).

جدول ۵- اثر متقابل توده × جهت‌های مختلف کشت بر برخی از صفات بابونه آلمانی

Table 5- Interaction effect between populations ×geographical orientations on German chamomile traits

توده Population	جهت کاشت Geographical Orientations	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	تعداد ساقه در بوته Number of stemes per plant	تعداد گل در بوته Number of flowers per plant	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد گل‌آذین خشک Dried inflorescence Yield ($g.m^{-2}$)	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس Essential oil yield ($kg.ha^{-1}$)
اهواز Ahvaz	شمال- جنوب North- South	57.6^{de}	14.4^{abc}	65.2^{c}	395^{abc}	108^{cd}	0.39^{h}	4.31^{fgh}
	شرق- غرب East-West	61.0^{bc}	12.4^{de}	61.8^{cd}	306^{f}	88.4^{g}	0.54^{efg}	4.82^{fgh}
	شمال شرقی- جنوب غربی North East -South West	57.8^{def}	12.2^{ef}	60.2^{d}	320^{ef}	95.4^{fg}	0.69^{cd}	6.65^{de}
	شمال غربی- جنوب شرقی North West -South East	63.3^{a}	13.0^{cde}	74.1^{b}	378^{cd}	110^{c}	0.84^{b}	9.38^{a}
	مسطح Flat (nonlinear sowing)	56.0^{fgh}	10.3^{g}	61.6^{cd}	302^{f}	88.9^{g}	0.57^{def}	5.13^{efg}
اصفهان Isfahan	شمال- جنوب North- South	57.1^{efg}	13.7^{bcd}	78.5^{a}	377^{cd}	126^{a}	0.45^{fgh}	5.67^{def}
	شرق- غرب East-West	53.9^{h}	12.2^{ef}	63.7^{b}	312^{f}	95.5^{fg}	1.06^{a}	10.1^{a}
	شمال شرقی- جنوب غربی North East -South West	59.7^{de}	12.8^{de}	75.4^{ab}	312^{f}	121^{ab}	0.49^{e-h}	5.98^{def}
	شمال غربی- جنوب شرقی North West -South East	62.5^{ab}	14.5^{ab}	74.4^{b}	417^{a}	120^{ab}	0.58^{def}	7.00^{bcd}
	مسطح Flat (nonlinear sowing)	58.4^{de}	10.8^{fg}	56.4^{e}	243^{g}	74.9^{h}	0.42^{gh}	3.14^{h}
شیراز Shiraz	شمال- جنوب North- South	60.6^{bc}	14.4^{ab}	72.0^{b}	380^{bc}	115^{bc}	0.60^{de}	6.90^{cde}
	شرق- غرب East-West	57.6^{de}	12.5^{de}	64.8^{c}	371^{cd}	110^{cd}	0.77^{bc}	8.53^{abc}
	شمال شرقی- جنوب غربی North East -South West	55.6^{gh}	13.6^{b-e}	63.6^{cd}	348^{de}	100^{ef}	0.54^{efg}	5.42^{def}
	شمال غربی- جنوب شرقی North West -South East	59.0^{cde}	15.2^{a}	64.6^{c}	378^{cd}	103^{de}	0.77^{bc}	8.70^{ab}
	مسطح Flat (nonlinear sowing)	49.1^{i}	8.7^{h}	49.5^{f}	204^{h}	65.4^{i}	0.54^{efg}	3.57^{gh}

در هر ستون و برای هر تیمار میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

In each column means followed by at least one letter not significantly different.

عملکرد بیولوژیک: اثر متقابل توده و جهت کاشت بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد (جدول ۳). بالاترین عملکرد بیولوژیک در توده اصفهان در جهت شمال غربی- جنوب شرقی و توده اهواز در جهت کاشت شمال- جنوب به‌دست آمد. کم‌ترین عملکرد بیولوژیک نیز در توده شیراز و در کشت مسطح حاصل شد که حدود ۱۰۴ درصد با بالاترین عملکرد به‌دست آمده اختلاف داشت. برآیند ویژگی‌های ژنتیک توده‌ها و نیز میکروکلیمای ایجاد شده به‌واسطه جهت جغرافیایی خطوط کاشت می‌تواند بر عملکرد بیولوژیک اثر بگذارد. در

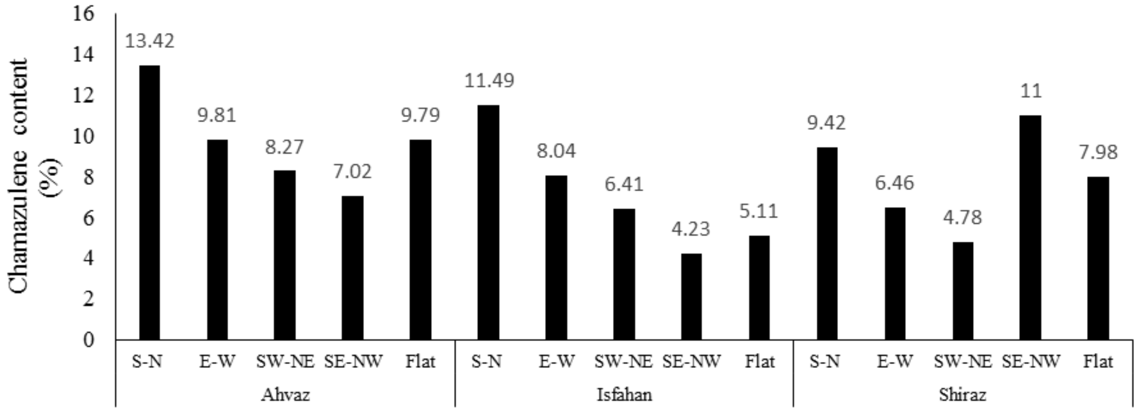
آزمایشی تعداد ساقه و تعداد گل در بوته همبستگی معنی‌دار مثبت با عملکرد بیولوژیک در گیاه بابونه داشت (۵). در آزمایشی بر روی گندم در طی دو سال و در سه تاریخ کاشت عملکرد بیولوژیک (عملکرد دانه + کاه گندم) در جهت کاشت شمال - جنوب بیشتر از جهت شرق- غرب بود و جهت شمال- جنوب تشعشع فعال فتوسنتزی بیش‌تری دریافت نمود (۹).

درصد اسانس: برهم‌کنش جهت کاشت و توده بر صفت درصد اسانس اثر معنی‌دار داشت (جدول ۳). بر خلاف اغلب صفات مورد بررسی که در آن‌ها خطوط عمود بر عرض جغرافیایی بیش‌ترین مقادیر را داشتند در صفت درصد اسانس در جهت کاشت شرق- غرب در توده اصفهان بیش‌ترین درصد اسانس را دارا بود. از آنجایی در بسیاری از موارد مقدار متابولیت‌های ثانویه تحت تأثیر تنش افزایش می‌یابد امکان دارد در این جهت کاشت گیاه با تنش بیش‌تری به‌ویژه از لحاظ رطوبتی مواجه گردیده و درصد اسانس افزایش یافته باشد. کم‌ترین درصد اسانس در توده اهواز و در جهت شمال- جنوب حاصل شد (جدول ۵). کاشت یک توده در منطقه‌ی جغرافیایی جدید با آب و هوای متفاوت می‌تواند بر کمیت و کیفیت محصول آن اثر بگذارد. در آزمایشی در اصفهان، ۲۳ توده بابونه از نقاط مختلف ایران و اروپا و از جمله پنج توده اصفهان مورد ارزیابی قرار گرفتند که درصد اسانس توده‌های اصفهانی از ۰/۴۴ تا ۰/۴۹ درصد متغییر بود (۴) در حالی‌که درصد اسانس توده‌ی اصفهان در اهواز از ۰/۴۲ تا ۱/۰۶ درصد گزارش شده بود (جدول ۵) هرچند این افزایش ممکن است بیش‌تر بر اثر اعمال تیمارهای آزمایش باشد. در صربستان در آزمایشی بر روی ارقام تتراپلوئید بابونه آلمانی درصد اسانس ۰/۴۸-۰/۴۳ درصد گزارش شد (۳). در آزمایشی در کرج بالاترین درصد اسانس از توده‌های بابونه استان خوزستان (۰/۸۲ تا ۰/۸۶ درصد) به دست آمد (۱۶).

عملکرد اسانس: اثرمتقابل توده و جهت کاشت در صفت عملکرد اسانس معنی‌دار شد (جدول ۳). بالاترین عملکرد اسانس توده اصفهان در جهت شرق- غرب و در توده‌های اهواز و شیراز در جهت شمال غربی- جنوب شرقی مشاهده شد (جدول ۵). عملکرد اسانس برآیند و تلفیقی از صفات درصد اسانس و عملکرد گل خشک است. از سوی دیگر در بسیاری از موارد میان کمیت و کیفیت محصولات زراعی، باغی و گیاهان دارویی رابطه عکس وجود دارد بنابراین نمی‌توان انتظار داشت ترکیبات تیماری که دارای بالاترین درصد اسانس و عملکرد گل خشک هستند لزوما دارای بالاترین عملکرد اسانس نیز باشند. در آزمایشی با افزایش سطوح نیتروژن هر چند عملکرد دانه افزایش یافت ولی درصد سیلیمارین در بذر گیاه دارویی خارمریم کاهش یافت (۲۱). کم‌ترین عملکرد اسانس در توده‌های اصفهان و شیراز در کشت مسطح و در توده‌ی اهواز در جهت‌های شمال جنوب و شرق- غرب به‌دست آمد (جدول ۵).

کامازولن: بالاترین درصد کامازولن اسانس به‌ترتیب در توده اهواز و اصفهان در جهت شمال- جنوب مشاهده شد (شکل ۲). در حالی‌که در توده شیراز بالاترین درصد کامازولن اسانس در جهت جنوب شرقی- شمال غربی حاصل گردید. در توده‌های توده اهواز و اصفهان کم‌ترین درصد کامازولن اسانس در همین جهت جنوب شرقی- شمال غربی به‌دست آمد که نشان دهنده واکنش متفاوت توده‌ها به جهت‌های کاشت است. در پژوهشی نزدیک به محل اجرای این آزمایش درصد کامازولن در محدوه ۱۳/۶ تا ۱۴/۰ درصد گزارش شد (۲) در حالی‌که در این آزمایش دامنه تغییرات کامازولن بسیار بیشتر بود (از ۴/۲ تا ۱۳/۴ درصد) که این امر شاید به‌علت شوری خاک، اثر سال و تفاوت توده‌های بابونه باشد. در آزمایشی در حومه تهران درصد کامازولن بابونه از ۷/۹ تا ۱۰/۰ درصد متغیر بود (۲۰). در تحقیقی دیگر درصد کامازولن سه اکوتیپ ایتالیایی، تهرانی و زابلی بابونه آلمانی به ترتیب ۲/۱۱، ۱/۸۱ و ۱/۴۱ درصد گزارش شد (۱۲). تفاوت‌های بالایی که در محتوای کامازولن در گزارش‌های مختلف مشاهده می‌شود نشان دهنده‌ی تأثیرپذیری بالای این جزء از اسانس از عوامل زیستی و غیرزیستی است. در منطق سوکا (Coka) صربستان، کامازولن بابونه‌های آلمانی ۷/۱۳-۵/۱ درصد گزارش شد (۳). در آزمایشی شش توده بومی ایران و دو رقم تجاری آلمانی و مجارستانی و بابونه آلمانی در شهرستان کرج بررسی گردید. بالاترین محتوای کامازولن در رقم مجارستانی (۱۴/۳ درصد) مشاهده شده در حالی‌که بالاترین درصد کامازولن در توده‌های ایرانی در توده اندیمشک (۷/۹ درصد) به دست آمد (۱۶).

بی-فارنسن: بالاترین درصد بی-فارنسن در توده شیراز و در جهت جنوب غربی- شمال شرقی مشاهده شد (شکل ۳). در توده اهواز نیز بالاترین درصد بی-فارنسن در جهت جنوب غربی- شمال شرقی در حالی‌که در توده اصفهان بالاترین درصد در کشت مسطح به‌دست آمد. کم‌ترین درصد بی-فارنسن در توده‌های اهواز و اصفهان در جهت شرق- غرب و در توده شیراز در جهت جنوب شرقی- شمال غربی مشاهده شد. در آزمایشی در حاشیه دریای مازندران و در ارتفاع چهار متری زیر سطح دریا درصد بی-فارنسن در اکوتیپ‌های ایتالیایی، تهرانی و زابلی بابونه آلمانی به ترتیب۱/۸۰، ۱/۵۶ و ۱/۰۲ درصد گزارش گردید (۱۲) که کم‌تر از نتایج به‌دست آمده در این آزمایش بود. احتمال دارد این تفاوت به‌دلیل شرایط اقلیمی متفاوت شمال کشور مانند روزهای ابرناکی و رطوبت نسبی بالاتر هوا باشد. در صربستان بی-فارنسن بابونه ۳۹-۱۷/۸ درصد گزارش شد (۳). در پژوهشی در کرج، بالاترین محتوای بی-فارنسن در توده رامهرمز بابونه (۶/۳ درصد) مشاهده گردید (۱۶).



توده‌ها و جهت‌های جغرافیایی ردیف کاشت

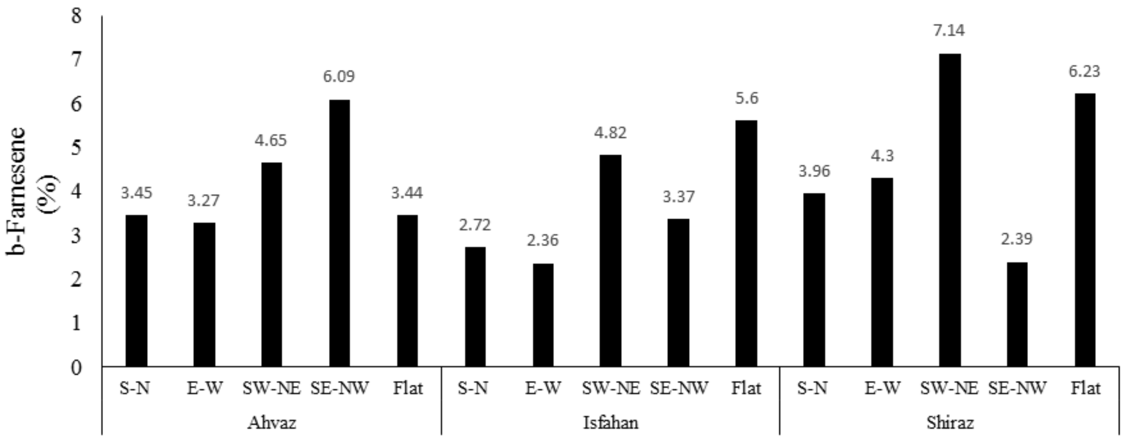
S-N (شمال- جنوب)، E-W (شرق- غرب)، Flat (کشت مسطح)، SW-NE (جنوب غربی- شمال شرقی)، SE-NW (جنوب شرقی- شمال غربی)

Populations and the geographical orientations of sowing rows

S-N= (South- North), E-W= (East-West), Flat (nonlinear sowing), SW-NE (South West- North East), SE-NW (South East- North West)

شکل ۲- اثر متقابل توده×جهت‌های مختلف کشت بر محتوی کامازولن (٪) در اسانس بابونه آلمانی

Figure 2- Interaction effect of landrace×geografical orientation on Chamazulene content (%) in essential oil of German chamomile (LSD, *p≤0.05*)



توده‌ها و جهت‌های جغرافیایی ردیف کاشت

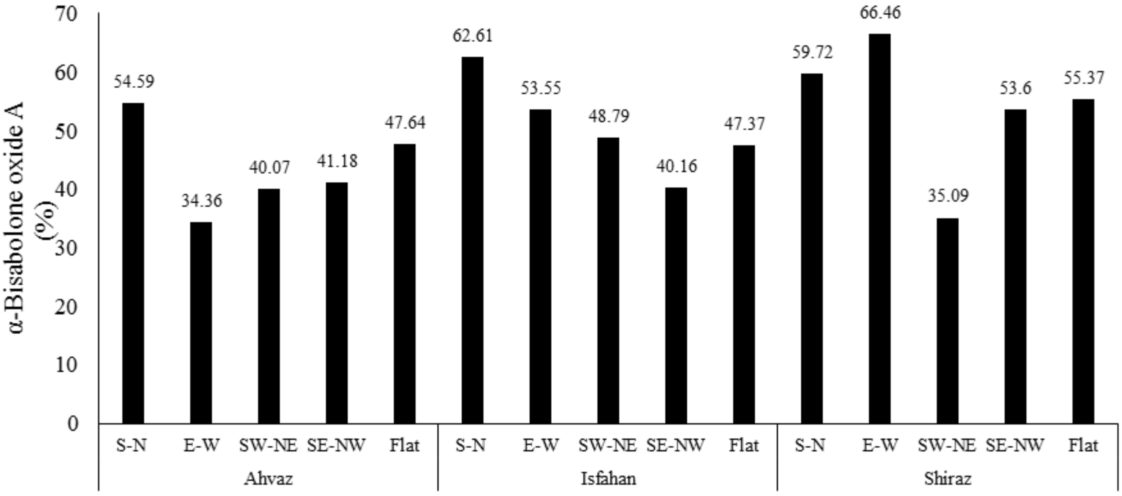
S-N (شمال- جنوب)، E-W (شرق- غرب)، Flat (کشت مسطح)، SW-NE (جنوب غربی- شمال شرقی)، SE-NW (جنوب شرقی- شمال غربی)

Populations and the geographical orientations of sowing rows

S-N= (South- North), E-W= (East-West), Flat (nonlinear sowing), SW-NE (South West- North East), SE-NW (South East- North West)

شکل ۳- اثر متقابل توده×جهت‌های مختلف کشت بر محتوی بی- فارنسنA (٪) در اسانس بابونه آلمانی

Figure 3- Interaction effect of landrace×geografical orientation on b-Farnesene A content (%) in essential oil of German chamomile (LSD, *p≤0.05*)



توده‌ها و جهت‌های جغرافیایی ردیف کاشت

S-N (شمال- جنوب)، E-W (شرق- غرب)، Flat (کشت مسطح)، SW-NE (جنوب غربی- شمال شرقی)، SE-NW (جنوب شرقی- شمال غربی)

Populations and the geographical orientations of sowing rows

S-N= (South- North), E-W= (East-West), Flat (nonlinear sowing), SW-NE (South West- North East), SE-NW (South East- North West)

شکل ٤- اثر متقابل توده×جهت‌های مختلف کشت بر محتوی آلفا-بیسابولون اکساید A (درصد) در اسانس بابونه آلمانی

Figure 3- Interaction effect of landrace×geografical orientation on of α-Bisabolone oxide A content (%) in essential oil of German chamomile (LSD, $p≤0.05$)

بیسابولون- اکساید آ: بالاترین درصد بیسابولون- اکساید آ در توده اصفهان در جهت شمال- جنوب (۳۶/۲ درصد) و در توده‌های اهواز (۳۲/۵ درصد) و شیراز (۲۸/۸ درصد) در جهت جنوب غربی- شمال شرقی به دست آمد. کم‌ترین بیسابولون- اکساید آ در توده شیراز در جهت شرق- غرب، در توده اهواز در جهت شما- جنوب و در توده اصفهان در جهت جنوب شرقی- شمال غربی به‌دست آمد (شکل ۴). بالاترین درصد آلفا بیسابولون اکساید آ در توده شیراز در جهت شرق-غرب مشاهده گردید (شکل ۴) در حالی‌که در توده‌های اصفهان و اهواز بالاترین درصد آلفا بیسابولون اکساید آ در جهت شمال- جنوب به‌دست آمد. در آزمایشی در خوزستان درصد آلفا بیسابولون اکسایدآ در شهرهای ملاثانی، مسجد سلیمان، رامهرمز، اندیمشک، بهبهان و ایذه به‌ترتیب ۶۳/۹، ۴۵/۱، ۵۸/۹، ۴۲/۱، ۷۰/۲ و ۷۵/۰ درصد اسانس گزارش شد (۲۵). در پژوهشی دیگر نیز ۱۲ توده بابونه آلمانی مورد ارزیابی کیفی قرار گرفته و درصد آلفا بیسابولون اکساید آ در اسانس آن‌ها از ۱۱/۳ تا ۶۵/۴ درصد متغییر بود (۲۳) که نشان‌دهنده تأثیر بالای ژنوتیپ بر محتوای این ترکیب است. در آزمایشی اثر تنش گرما و اسید سالیسیلیک بر ارقام بابونه بررسی شد و دامنه تغییرات آلفا بیسابولون اکساید آ از ۵۵/۳ تا ۷/۳ درصد متغییر بود (۱۰). در صربستان آلفا بیسابولون اکساید آ در بابونه آلمانی ۱۰-۱/۵ درصد گزارش شد (۳). در آزمایشی در کرج بالاترین محتوای آلفا بیسابولون اکساید آ در توده‌های بابونه آلمانی دشتستان (۵۸/۳ درصد) و اندیمشک (۶۳/۵ درصد) مشاهده شد (۱۶).

در یک نتیجه‌گیری کلی از آزمایش می‌توان گفت که با توجه به این‌که سطح وسیعی از اراضی کشور لب‌شور بوده و نیز با کمبود آب دچار هستند در این آزمایش تحت شرایط کم‌آبیاری و شوری خاک، جهت جغرافیایی خطوط کاشت توانست اثر مثبت بر اجزای عملکرد داشته باشد به‌صورتی که در هر سه توده، عملکرد کمی و کیفی در همه جهت‌های کشت نسبت به شاهد (کشت مسطح و غیر خطی) برتری نشان داد. بالاترین و پائین‌ترین عملکرد اسانس به‌عنوان اقتصادی‌ترین صفت، در توده اصفهان مشاهده شد به‌طوری‌که کاشت در جهت شرق- غرب (۱۰/۰۹ کیلوگرم در هکتار) نسبت به شاهد (۳/۱۴ کیلوگرم در هکتار) حدود ۲۲۱ درصد افزایش نشان داد. با توجه به این‌که انتخاب جهت کاشت هزینه چندانی بر کشاورز تحمیل نمی‌کند لذا در آزمایش‌های بعدی می‌توان این روش را به‌عنوان یک

الگوی مناسب برای افزایش کمیت و کیفیت محصول مورد ارزیابی مجدد قرار داد و در صورت تایید آن را ترویج نمود.

سپاسگزاری

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به جهت مهیا ساختن امکان اجرای این آزمایش قدردانی می‌گردد.

منابع

1- Abdali Mashhadi A.R., Nabi Pour M., and Bakhshandeh A.M. 2009. Study of effects topping on qualitative and quantitative of Silymarin in native populations of Milk thistle (*Silybum marianum* L.). Journal of Crop Production 2:1-14. (In Persian with English abstract)

2- Abdali Mashhadi A., Moradi Majd M., Bakhshandeh A., and Koochekzadeh A. 2017. Effect of sulfuric acid and biofertilizers on camazulene, essential oil content and quantitative characteristics of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Field Crop Science 48(3): 855-864. (In Persian with English abstract)

3- Acimovic M., Stankovic J., Cvetkovic M., Kiprovski B., and Todosijevic M. 2018. Essential oil ouality of tetraploid chamomile cultivars grown in Serbia. Journal of Essential OilBearing Plants 21(1): 15-22.

4- Adams R.P. 2004. Identification of essential oil component by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation. Illinois, U.S.A.

5- Adams R.P. 2001. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation. Carol Stream.

6- Ahmadi H., Rahimmalek M., and Zeinali H. 2014. Assessment of the genetic variation of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) populations using phytochemical, morphological and ISSR markers. Biochemical Systematics and Ecology 54(1): 190–197.

7- Ahmadian A., Ghanbari A., Siahsar B., Haydari M., and Ramroodi M., and Mousavinik S.M. 2011. Study of Chamomile's yield and its components under drought stress and organic and inorganic fertilizer using and their residue. Journal of Microbiology and Antimicrobials 3(2): 23-28.

8- Andalibi B., Zehtab Salmasi S., Ghassemi Gholezani K., and Saba J. 2011. Changes in essential oil yield and composition at different parts of dill (*Anethum graveolens* L.) under limited irrigation conditions. Journal of Agricultural Science 21(2):11–22. (In Persian with English abstract)

9- Corwin D.L., and Lesch S.M. 2005. Characterizing soil spatial variability with apparent soil electrical conductivity I. Survey protocols. Computers and Electronics in Agriculture 46: 103–133.

10- Dadkhah A.R. 2010. Effect of salt stress on growth and essential oil of *Matricaria chamomilla*. Research Journal of Biological Sciences 5(10): 643-646.

11- Dhingra K.K., Dhillon M.S., Grewal D.S., and Sharma K. 1986. Effect of row orientation on growth, yield and yield attributes of wheat sown on three dates. The Journal of Agricultural Science 107(2): 343-346.

12- Ghasemi M., Babaeian Jelodar N., Modarresi M., Bagheri N., and Jamali A. 2016. Increase of Chamazulene and α-Bisabolol contents of the essential oil of german chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) using salicylic acid treatments under normal and heat stress conditions. Foods 5(3): 1-14.

13- Jamshidi K. 2000. Effects of row spacing and plant density on quantitative aspects of chamomile flower (*Matricaria chamomilla*). Iranian Journal of Agriculture Science 31(1): 203-210. (In Persian with English abstract)

14- Kovats, V.E. 1958. Gas-chromatographische charakterisierung organischer Verbindungen. Teil 1: Retentionsindices aliphatischer Halogenide, Alkohole, Aldehyde und Ketone. Helvetica Chimica Acta. 41(7): 1915-1932.

15- Malekian M., Hemmati K., Ghasemnezhad A., and Barzali M. 2014. Effect of salicylic acid on quantitative and qualitative traits of German chamomile ecotypes**.** Journal of Crops Improvement 16(1): 185-196. (In Persian with English abstract)

16- Mavandi P., Assareh M.H., Dehshiri A., Rezadoost H., and Abdossi V. 2019. Flower biomass, essential oil production and chemotype identification of some Iranian *Matricaria chamomilla* Var. *recutita* (L.) accessions and commercial varieties. Journal of Essential Oil Bearing Plants 22(5): 1228-1240.

17- Mehdikhani H., Zeinali H., Solouki M., and Imamjomeh A. 2015. Investigation of agronomic traits and their relationships in German chamomile landraces (*Matricaria chamomilla* L.). Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) 27(104): 81-90. (In Persian with English abstract)

18- Mirshekari B., Darbandi S., and Ejlali L. 2007. Effect of irrigation intervals, nitrogen rate and nitrogen splitting on essence of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 9(2): 142-156. (In Persian with English abstract)

19- Montgomery M.E., and Nault L.R. 1977. Comparative response of aphids to the alarm pheromone (E)-β-farnesene. Entomologia Experimentalis et Applicata 22: 236-242.

20- Mutsaers H.J.W. 1980. The effect of row orientation, date and latitude on light absorption by row crops. The Journal of Agricultural Science 95: 381-386.

21- Naser Alavi S.M., and Shamsaddin saeid M. 2008. Effects of plant densities and row orientation on the seed and forage yield of grass sorghum in Bam. Journal of Water and Soil Science 12(45): 91-97. (In Persian with English abstract)

22- Nasiri M., Alizadeh S., Barari D., and Nasiri S. 2008. Study on the effect of planting directions (North-South and East-West) with transplanter machine on yield and yield components of different rice cultivars. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) 78: 118-124. (In Persian with English abstract)

23- Nassiri S.M., Sepaskhah A.R., and Maharlooei M.M. 2016. The effect of planting methods on maize growth and yield at different irrigation regimes. Iran Agricultural Research 35(1): 27-32.

24- Niknejad M., Lebaschy H., Jaimand K., and Hatami F. 2013. Effect of organic and chemical fertilizers on essential oil of *Matricaria chamomilla* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 29(2): 373-386. (In Persian with English abstract)

25- Omidbaigi R., and Nobakht A. 2001. Nitrogen fertilizer affecting growth, seed yield and active substances of Milkthistle. Pakistan Journal of Biological Sciences 4(11): 1345-1349.

26- Orav A., Raal A., and Arak E. 2010. Content and composition of the essential oil of *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert from some European countries. Natural Product Research 24(1): 48-55.

27- Piri E., Mahmoodi Sourestani M., Khaleghi E., Mottaghipisheh J., Zomborszki Z.P., Hohmann J., and Csupor D. 2019. Chemo-Diversity and antiradical potential of twelve *Matricaria chamomilla* L. populations from Iran: proof of ecological effects. Molecules 24(7): 1-14.

28- Romeilah R.M. 2009. Anticancer and antioxidant activities of *Matricaria chamomilla* L. and *Marjorana hortensis* essential oils. Research Journal of Medicine and Medical Sciences 4(2): 332-339.

29- Siadat S.A., and Direkvand-Moghadam F. 2016. The study of essential oil composition of *Matricaria chamomilla* in Khouzestan. Advanced Herbal Medicine 2(2): 1-5.

30- Singh S., Sandhu S.K., Dhaliwal L.K., and Singh I. 2012. Effect of planting geometry on microclimate, growth and yield of mungbean (*Vigna radiata* L.). Journal of Agricultural Physics 12(1): 70-73.

31- Xu Y., Wang Q., Bao W., and Pa B. 2019. Antihyperlipidemic effect, identification and isolation of the lipophilic components from *Artemisia integrifolia*. Molecules 24(4): 725.

32- Yang F., Fan Y., Wu X., Cheng X., Liu Q., Feng L., Chen J., Wang Z., Wang X., Yong T., Liu W., Liu J., Du J., Shu K., and Yang W. 2018. Auxin-to-gibberellin ratio as a signal for light intensity and quality in regulating soybean growth and matter partitioning. Frontiers in Plant Science 9: 56.

Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.2, Summer 2021, P. 195-208
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص. ۲۰۸-۱۹۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Response of German Chamomile Landraces to the Geographical Orientations of Sowing Rows under Low Irrigation and Saline Soil Condition

N. Shahabi[1]- A. Abdali Mashhadi[2*]- M.H. Gharineh[3]- A. Lotfi Jalal-Abadi[4]
Received: 28-09-2019
Accepted: 16-02-2021

Introduction: The German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) is an annual herb from the Asteraceae family. This plant has many medicinal uses. Chamazulene, α-bisabolone oxide A and b-farnesene are part of essential oil components of German chamomile. Chamomile causes the chamomile essential oil to turn blue color. Chamazulene is the most important part of chamomile essential oil. Chamazulene has many therapeutic properties, including lowering total cholesterol and triglycerides and generally having a high anti-concentration effect of lipoprotein (Hyperlipidemia) in the blood. Most plants are more vulnerable in the early stages of growth. Within a region with adverse climatic conditions, microclimate can make more survival possible for the plants. In very warm and dry areas**,** in furrow sowing condition, seeds sowing in the bed of furrow in the different geographical orientations causes the formation of microclimates, especially in short plants and at the germination and seedling stages. For example, salt accumulation on the ridge and reducing soil salt in the bed of furrow improve growth conditions and on the other hand, shading the ridge on the furrow, by reducing the time of sunlight shining on the furrow bed reduces soil temperature and evapotranspiration in early stages of seedling growth. The geographical orientations of the sowing can affect the shading period time of the ridge on bed furrow.

Materials and Methods: Under low irrigation and saline-sodic soil condition (At a depth of 0 to 30 cm, with an average electrical conductivity of 7.7 $dS.m^{-1}$, pH 7.7, silty clay soil texture, 1% organic matter and with an altitude of 22 meters above sea level), a field experiment conducted in a factorial based on a randomized complete block design with three replications in Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University (North East of Ahvaz, 2016-2017). The experimental treatments were included the geographical orientations of sowing rows (control (nonlinear flat sowing) and orientations of sowing rows in the North-South, East-West, North East-South West, North West-South East) and chamomile landraces (Ahvaz, Isfahan, and Shiraz). The traits that were studied included: plant height, diameter of main stem, light extinction coefficient, capitule diameter, dry weight of 10 inflorescences, number of flowers per plant, number of stems per plant, dry inflorescence yield, essential oil percentage, essential oil yield, biological yield, percentage of chamazulene, α-Bisabolone oxide A and b-Farnesene in essential oil.

Results and Discussion: Experimental factors had no significant effect on dry weight of 10 inflorescences and capitule diameter. The lowest light extinction coefficient was observed in nonlinear flat sowing. The landraces had no significant effect on main stem diameter but the effect of geographical orientations of sowing rows were significant. The lowest and highest diameter of main stem were obtained from nonlinear flat sowing, respectively. The main effect of geographical orientations of sowing rows and interaction of populations and geographical orientations of sowing rows on number of stems per plant were significant. The highest number of stems per plant (15.2) was obtained from Shiraz landrace and northwest-southeast geographical orientation but the lowest number of stems per plant was in Shiraz landrace and nonlinear flat sowing (8.7). In both the highest and the lowest number of stems per plant, the landrace of Shiraz was common, this indicates a high effect of geographical orientations of sowing rows on this trait. The highest and the lowest of number of flowers per plant was observed in Isfahan landrace in north-south orientation (78.5) and Shiraz landrace and nonlinear flat sowing (49.5), respectively. The highest number of flowers per plant, dry inflorescence yield, and the highest biological yield were obtained from Isfahan landrace in the north-south, north-south and north west-south east orientations, respectively. The highest essential oil percentage was obtained from the Isfahan landrace (East-West orientation). The lowest and highest yield of essential oil was observed in Isfahan landrace and in nonlinear flat sowing and east-west direction, respectively, which increased by 221%. Isfahan landrace received different

1, 2, 3 and 4- M.Sc. Graduate of Agroecology, Associate Professors and Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, respectively.
(*- Corresponding Author Email: alirezaabdali@asnrukh.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2021.61645.0

signals due to different climatic conditions (Ahwaz) compared to the main region (Isfahan) and this increased the percentage and yield of essential oil even more than native landrace (Ahwaz population). The highest percentage of chamazulene, b-Farnesene, and α-bisabolone oxide were shown in the Ahwaz (north-south), Shiraz (south west-north east) and Isfahan (north to south) landraces, respectively.

Conclusion: Isfahan non-native landrace had higher biological yield (northwest-southeast orientation) and essential oil percentage (east-west orientation) and essential oil yield (east-west orientation) than Shiraz and Ahwaz native landraces. Generally, row sowing in the furrow and in a suitable geographical orientation can be a low-cost method to increase crop productivity.

Keywords: Chamazolene, Essential oil yield, Light extinction coefficient, Medicinal plant